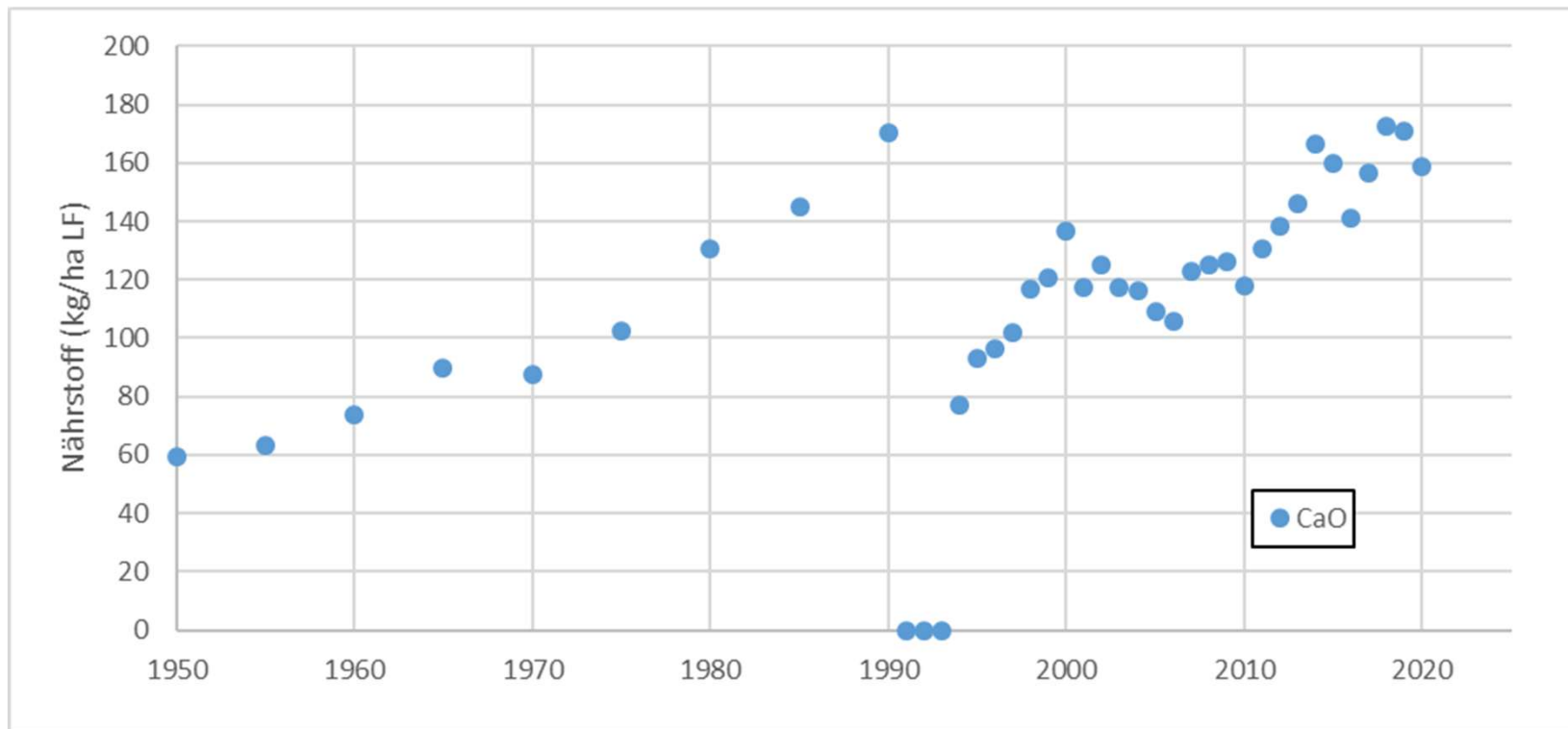


Kapitel 3a

Kalk-Dünger

Anwendung in Deutschland



Daten nach dstatis, Düngemittelversorgung 2019/20
LF, d.h. incl. Brache

Übersicht zu Kalk-Düngemitteltypen nach DüMV (I)

Düngemitteltyp	Nährstoffgehalt	Mahlfeinheit (in mm)	Reaktivität
<u>Kohlensaurer Kalk</u>	$\geq 75\% \text{ CaCO}_3$	$97\% < 3,15 \text{ und } 70\% < 1$	$\geq 30\%$
→ mit Schwefel	$\geq 2\% \text{ S}$		
→ mit Natrium	$\geq 2,2\% \text{ Na}$		
→ mit weicherdigem Roh-P	$\geq 3\% \text{ P}_2\text{O}_5$		
→ <u>Kohlensaurer Magnesiumkalk</u>	$\geq 15\% \text{ MgCO}_3$		
<u>Branntkalk</u>	$\geq 65\% \text{ CaO, } \leq 9\% \text{ CO}_3$	$97\% < 6,3$	
→ „körnig“		$5\% < 0,4$	
<u>Mischkalk</u>	$\geq 50\% \text{ CaO, } \leq 75\% \text{ CO}_3$	$97\% < 4 \text{ und } 50\% < 0,8$	
(gebrannt und carbonatisch)			

Übersicht zu Kalk-Düngemitteltypen nach DüMV (II)

Düngemitteltyp	Nährstoffgehalt	Mahlfeinheit (in mm)	Reaktivität
----------------	-----------------	----------------------	-------------

<u>Hüttenkalk</u> (SiO_3) (Hochofenschlacke)	$\geq 42\%$ CaO <i>oder:</i>	90% < 4 und 80% < 0,315 <i>97% < 3,15 (=verlangsamte Wirkung!)</i>	
--	---------------------------------	--	--

Konverterkalk (Oxid, SiO_3)

(Stahlherstellung)	$\geq 40\%$ CaO		
aus:	Konverterschlacke	97% < 1 und 80% < 0,315	
	Konverter-/Pfannenschlacke	97% < 3,14 und 40% < 0,315 und $\geq 30\%$ $\text{HCl}_{\text{verd.}}$ löslich	

<u>Kalkdünger aus...</u>	$\geq 30\%$ CaO i.d. TM	$\geq 30\%$ $\text{HCl}_{\text{verd.}}$ löslich
(Oxide, Hydroxide, Silicate, Carbonate)		

- z.B. pflanzlicher Asche
- z.B. Zuckerherstellung: *Carbokalk*
- z.B. Kalkstickstoffherstellung: *Schwarzkalk*

Übersicht zu Kalkdüngern nach LfL

Düngemittel	Form	Kalkgehalt in % als CaO	Nebenbestandteile
Branntkalk	Oxid	65 - 95	z. T. Mg
Kohlensaurer Kalk	Carbonat	42 - 53	z. T. Mg
Hüttenkalk	Silikat	40 - 50	Mg, Spurennährstoffe
Konverterkalk	Silikat	40 - 50	P, Mg, Spurennährstoffe
Rückstandskalk	Carbonat, Oxid, Hydroxid	> 30	Mg, Spurennährstoffe
Carbokalk	Carbonat	> 20	N, P, Mg

Aus: Gelbes Heft (LfL, 2024)

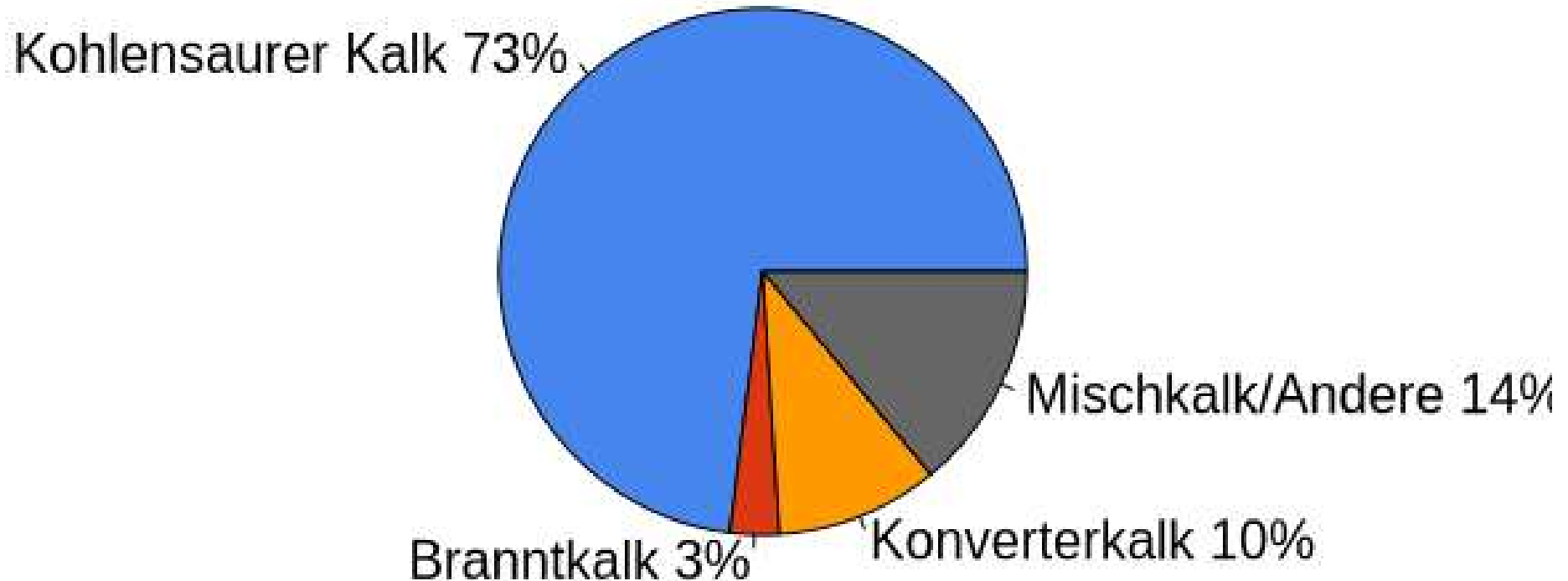
Übersicht zu Kalkdüngern nach KTBL

Produkt	Basische Wirkung % CaO	Anmerkungen
Kohlensaurer Kalk	45-53	Kalkform: CaCO_3 (und MgCO_3); langsame und nachhaltige Wirkung
Brantkalk	80-95	gebrannter Kalk mit sehr schneller Wirkung
Mischkalk	60-65	Gemisch aus Brantkalk und kohlensaurem Kalk; schnelle aber weniger nachhaltige Wirkung
Hüttenkalk Konverterkalk	47 43	Kieselsaure Kalke mit nachhaltiger Wirkung; Spurennährstoffe
Carbokalk abgepresst (aus Verarbeitung d. Zuckerrübe)	30-32	CaCO_3 mit schneller Wirkung; 0,6-1% P_2O_5 , ca. 0,4%N und 12-15% org. Bestandteile
Carbokalk flüssig (aus Verarbeitung d. Zuckerrübe)	19	CaCO_3 mit schneller Wirkung; 0,7% P_2O_5 , ca. 0,2%N und 6% org. Bestandteile
Rückstandskalk (aus der Aufbereitung von Trinkwasser)	>30 in der TM	Kalkform: überwiegend CaCO_3
Kalkdünger aus der Verbrennung von Braunkohle	40	Schwefel, Kieselsäure, Spurennährstoffe

Reaktivität der Kalke steigt mit der Mahlfeinheit an
 Quelle: nach KTBL, Faustzahlen für die Landwirtschaft

Von: <http://www.effizientduengen.de>, 09.04.2014

Bedeutung der Kalkformen in D, Düngjahr 2013/14



https://www.destatis.de/DE/Publikationen/Thematisch/IndustrieVerarbeitendesGewerbe/Fachstatistik/DuengemittelversorgungJ2040820147005.xls?__blob=publicationFile. Lizenziert unter Gemeinfrei über Wikimedia Commons - <http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Kalkdunger2014.svg#/media/File:Kalkdunger2014.svg>

Mit neueren Daten zum Aufwand pro Fläche:

<https://www.landwirtschaftskammer.de/landwirtschaft/ackerbau/duengung/basisinfos/kalkung/kalkduengung.htm>

Deklaration von Kalkdüngern

Mindestangaben nach Düngemittel-VO S. 33ff:

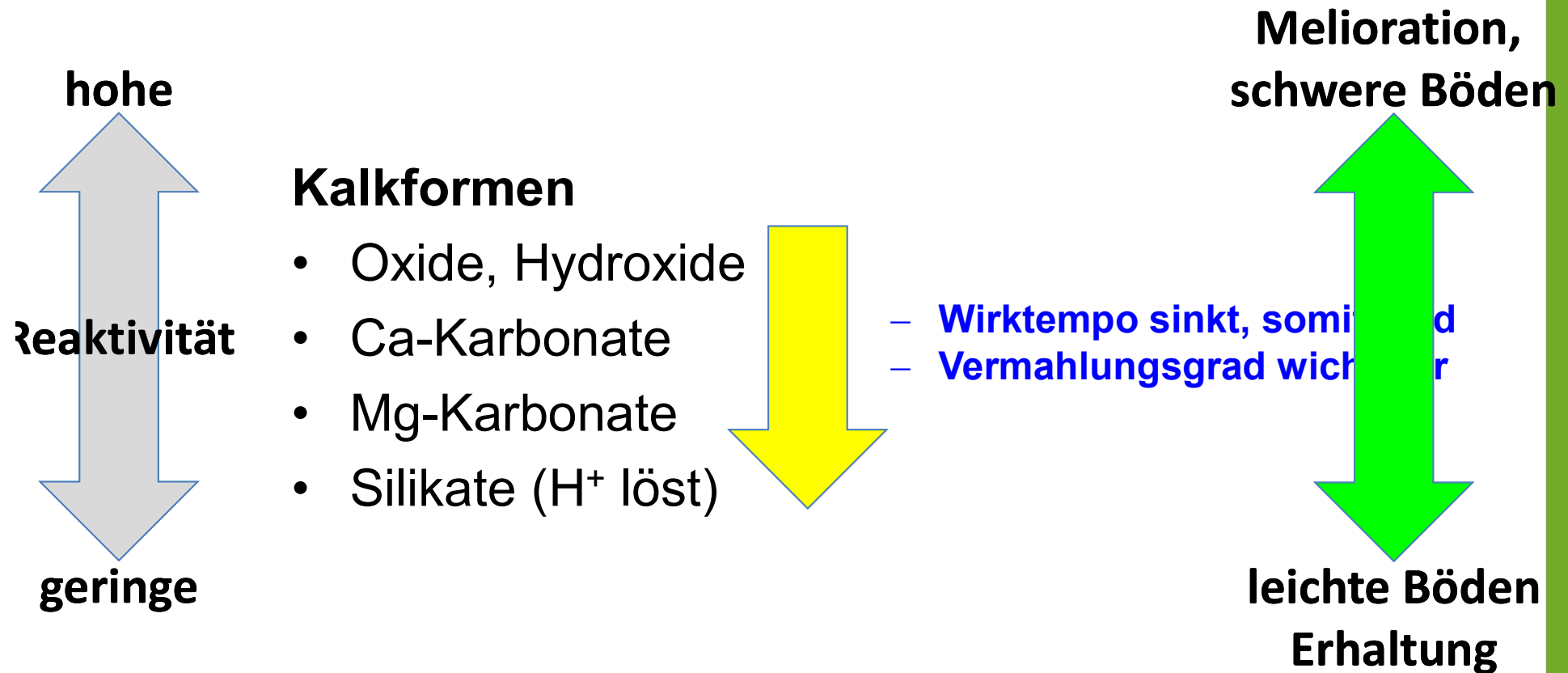
1. Typenbezeichnung z.B. *kohlensaurer Kalk*
2. Gehaltsangaben z.B. $x\% \text{CaCO}_3$, $y\% \text{P}_2\text{O}_5$
3. Basisch wirksame Bestandteile in % CaO

Punkt 2 bestimmt u.a. die Wirkungsweise

Punkt 3 hilft die Aufwandmenge zu berechnen

Beispiel zur
Deklaration

Bedeutung der Kalkform



Entscheidungskriterien für die Wahl des Kalkdüngers

1. Kalkform (Ca-Verbindung!)

Form bestimmt die Wirkgeschwindigkeit aufgrund des Löseprozesses

2. Neutralisationswert angegeben in CaO („Konzentration“)

3. Reaktivität, gemessen z.B. mit verdünnter Salzsäure

Reaktivität bestimmt durch Form, Herkunft und Vermahlung/Oberfläche

4. Vermahlung

Vermahlungsgrad (Körnung) bestimmt die Oberfläche und damit die Angriffsfläche zur Auflösung

5. Nebenbestandteile (Mg, P, K, S, Na, Si, SE, ...)

Nebenbestandteil erspart weitere Düngungsmaßnahme, hat pos. Wirkung

6. Herkunft (z.B. im Ökolandbau)

Herkunft bestimmt Nebenbestandteile und Reaktivität

Zielwerte für den Boden-pH für Äcker → Kalkbedarf < 4% Humus

Bodenart	pH-Klassen bei Mineralböden		
	A/B sehr niedrig / niedrig	C anzustreben (optimal)	D/E hoch / sehr hoch
Sand	< 5,4	5,4 - 5,8	> 5,8
schwach lehmiger Sand	< 5,8	5,8 - 6,3	> 6,3
stark lehmiger Sand, sandiger Lehm, schluffiger Lehm (Lößlehm)	< 6,2	6,2 - 6,5 6,6 - 6,8 (-)	> 6,8 6,6 - 6,8 (+)
toniger Lehm bis Ton	< 6,4	6,4 - 6,7 6,8 - 7,2 (-)	> 7,2 6,8 - 7,2 (+)

(-) kein freier Kalk (nach Salzsäure-Test)

(+) freier Kalk (nach Salzsäure-Test)

Zielwerte für den Boden-pH für Äcker → Kalkbedarf bei hohem Humusgehalt

Bodenart des mineralischen Anteils	Humusgehalt in %					
	4,1 - 15,0		15,1 - 30,0		> 30	
	pH Bereich	Erhaltungskalkung	pH Bereich	Erhaltungskalkung	pH Bereich	Erhaltungskalkung
Sand	4,8 - 5,3	5	4,3 - 4,7	4	Bei Hoch- und Niedermoor ist unabhängig vom pH-Wert keine Erhaltungskalkung erforderlich.	
schwach lehmiger Sand	5,2 - 5,7	8	4,6 - 5,1	6		
stark lehmiger Sand bis schluffiger Lehm	5,5 - 6,2	13	5,0 - 5,6	8		
toniger Lehm bis Ton	5,7 - 6,5	17	5,1 - 5,9	10		

Kalkdüngbedarf für Grünland < 15% Humus

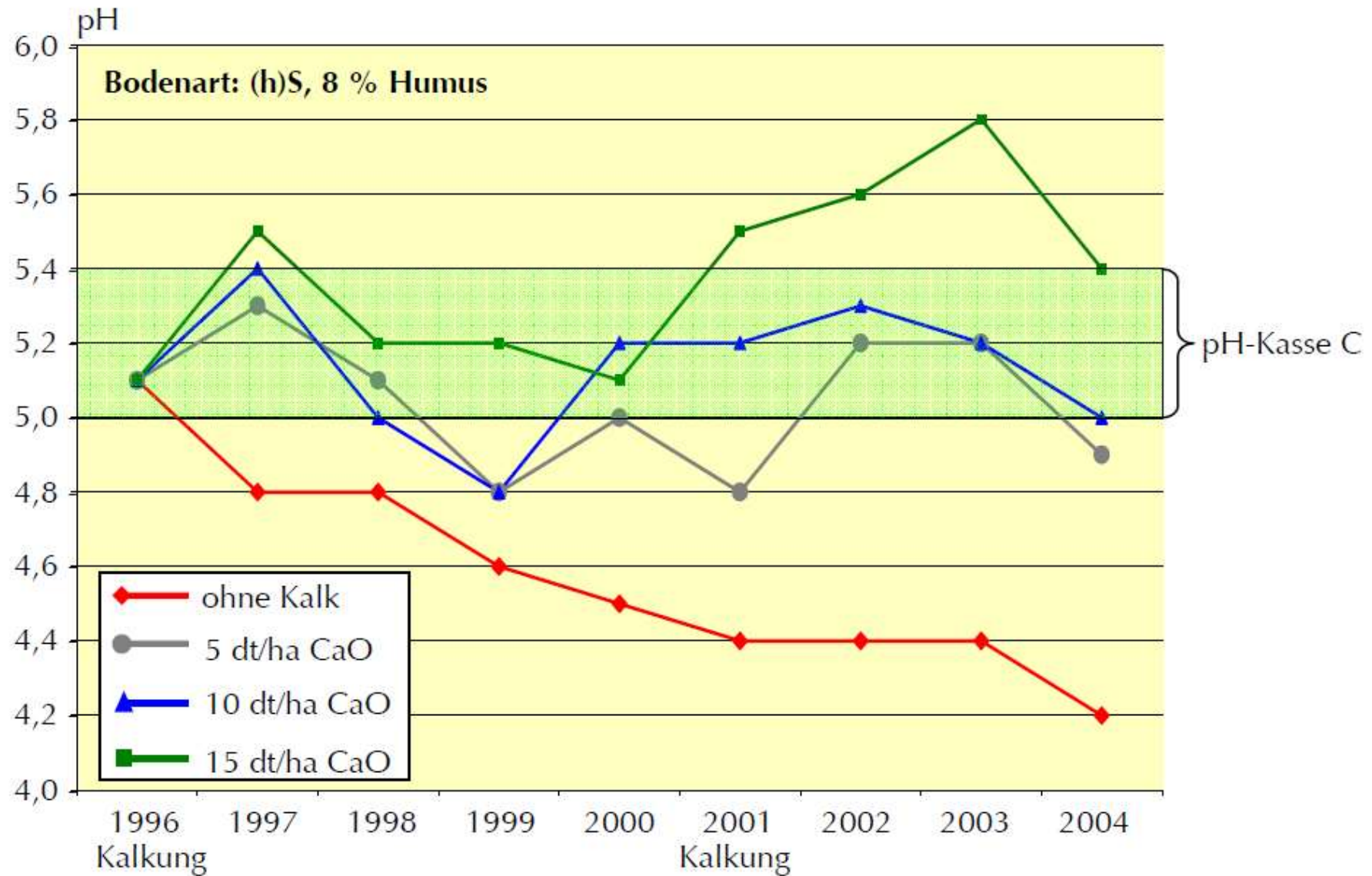
pH-Wert	Bodenart			
	Sand	schwach lehmiger Sand	stark lehmiger Sand bis schluffiger Lehm	toniger Lehm bis Ton
	1	2	3 - 5	6 - 8
< 4,9	3	4	5	6
< 5,4	0	4	5	6
< 5,8	0	0	5	6
< 6,0	0	0	0	6

Kalkungsbedarf in Grünland u.a. bei erhöhtem Humusgehalt

https://www.lfl.bayern.de/mam/cms07/iab/dateien/bas25_tabelle_8c_20241125.pdf

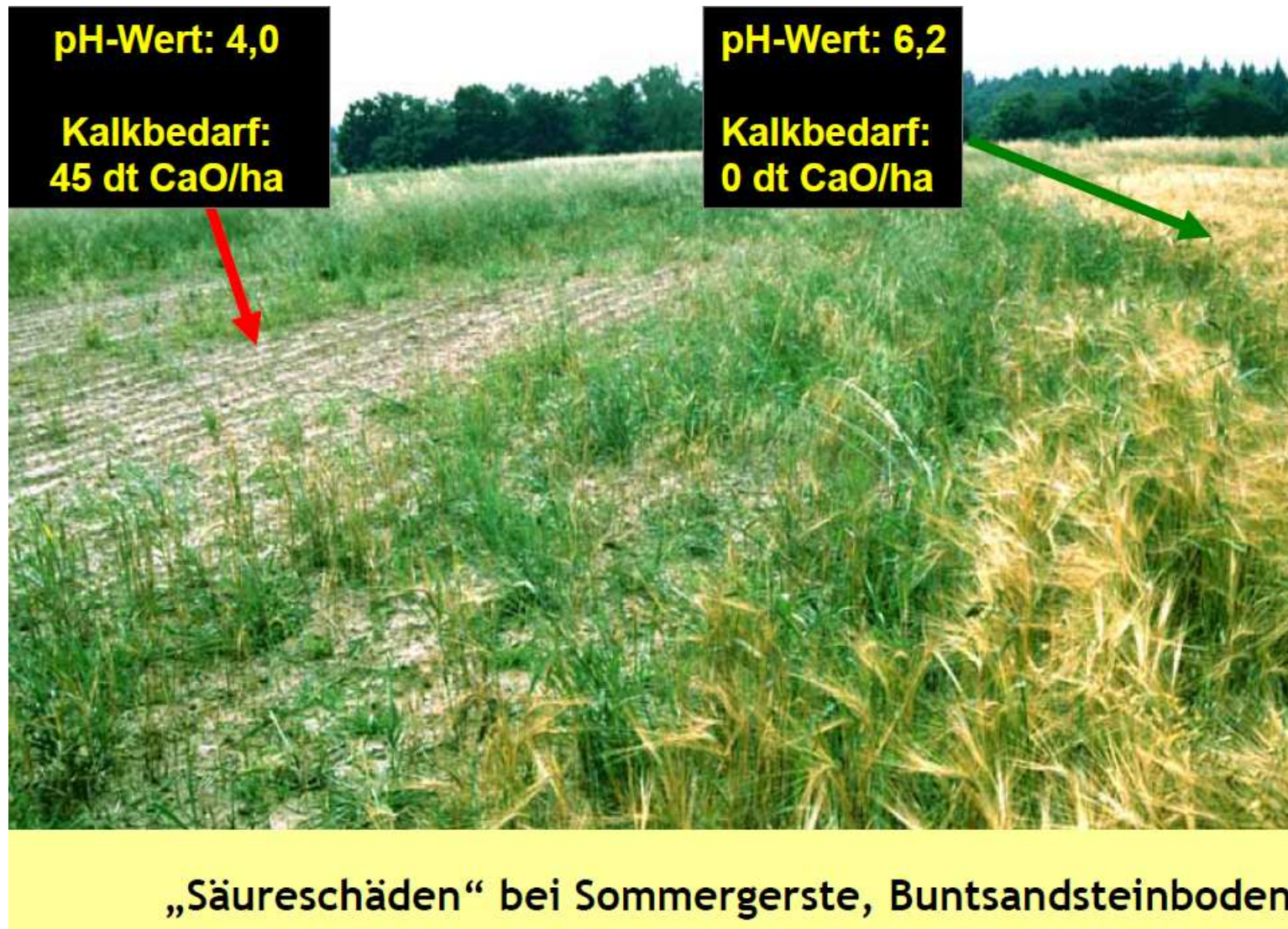
Wirkung

Entwicklung des pH-Wertes in einem Kalkversuch



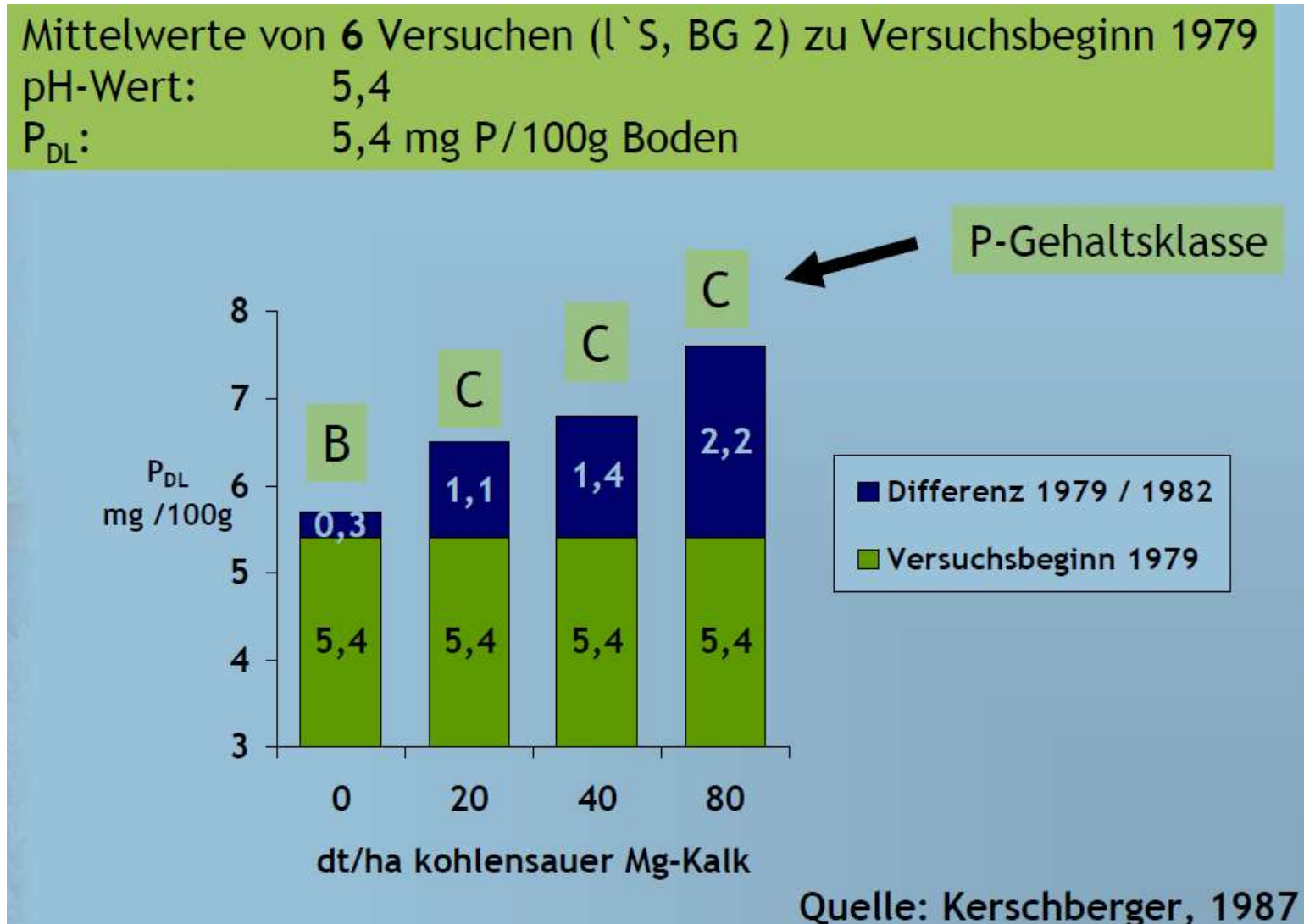
Pollehn, 2005: Versuch Harpstedt, LUFA Oldenburg, Bodenart Sand, 8% Humus,

Wenn Kalk fehlt....



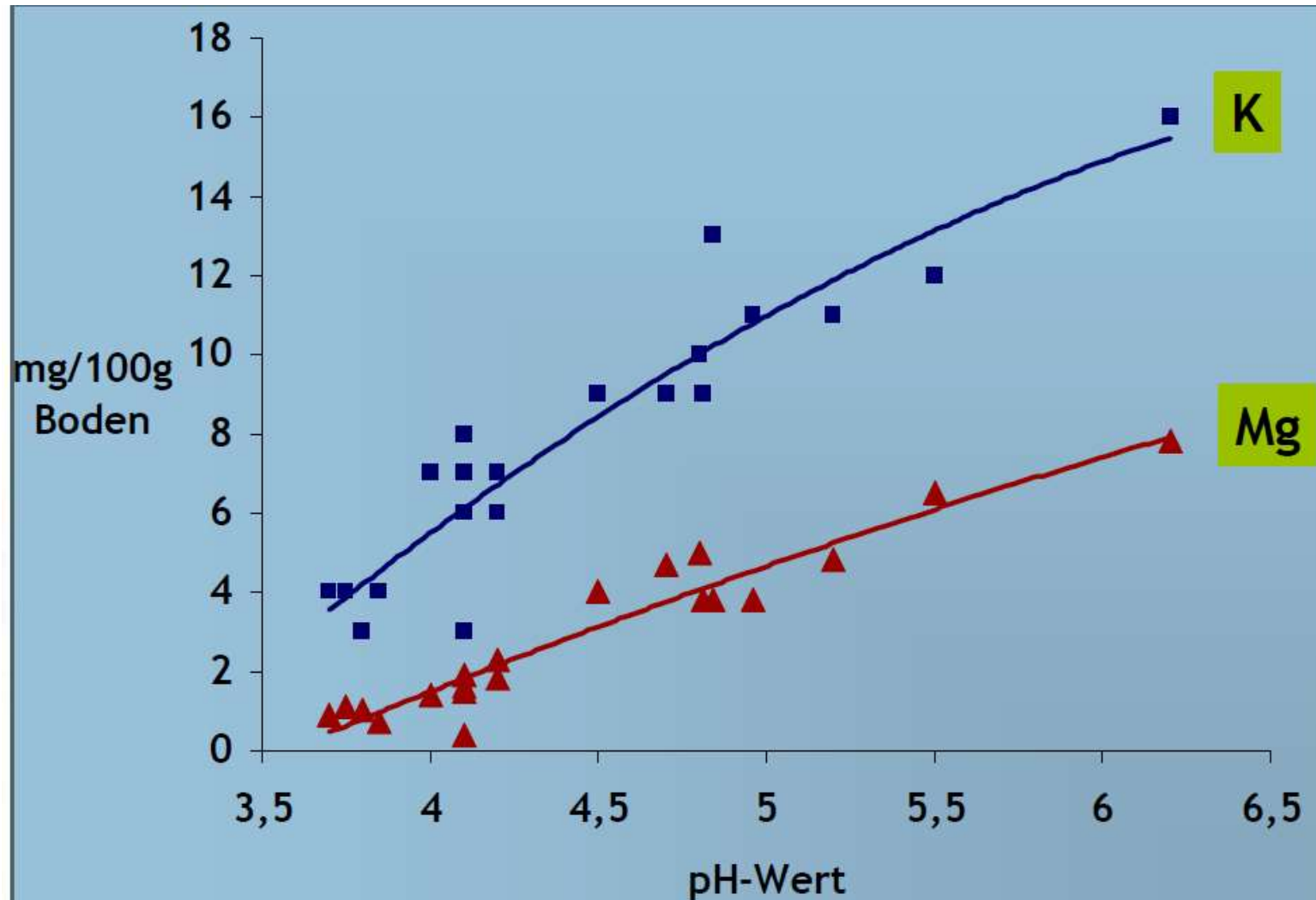
Aus: Zorn und Schröter, 2009, Vortrag Düngungstag Groitzsch

Eine mögliche „Nebenwirkung“ der Kalkung



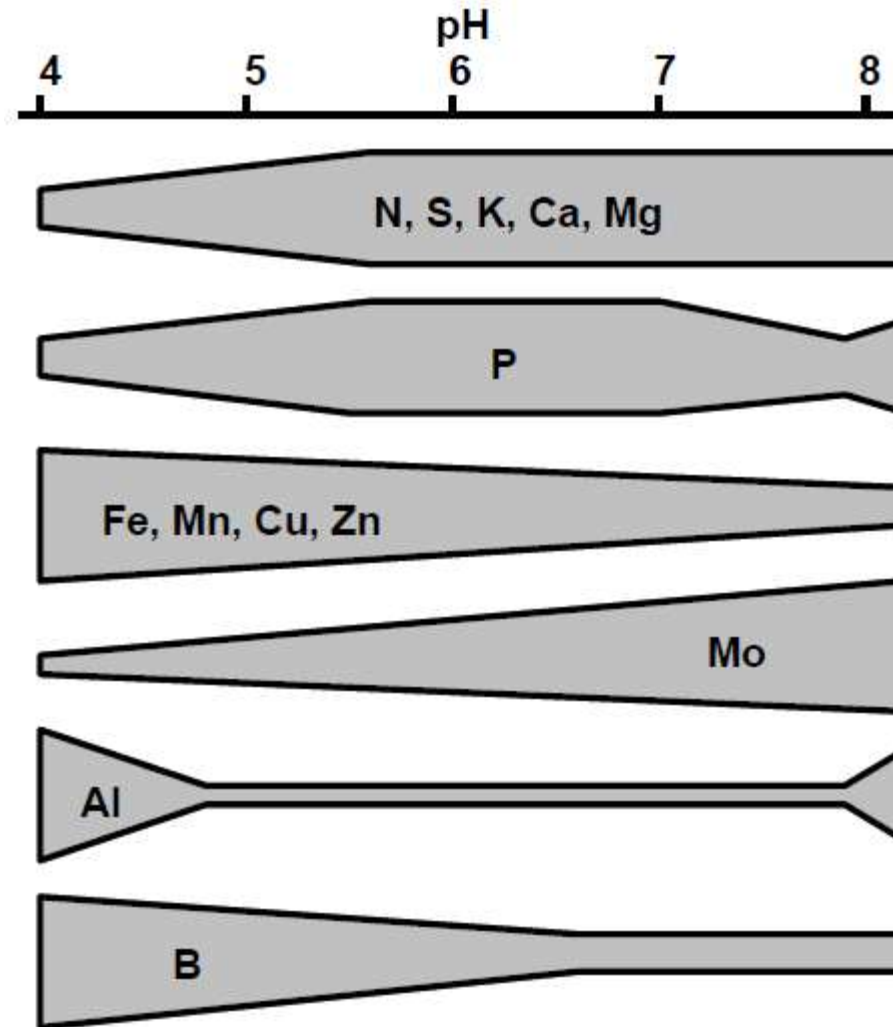
Aus: Zorn und Schröter, 2009, Vortrag Düngungstag Groitzsch

Eine weitere mögliche „Nebenwirkung“ der Kalkung (Sandboden, Bad Berka, Thüringen, 2001)



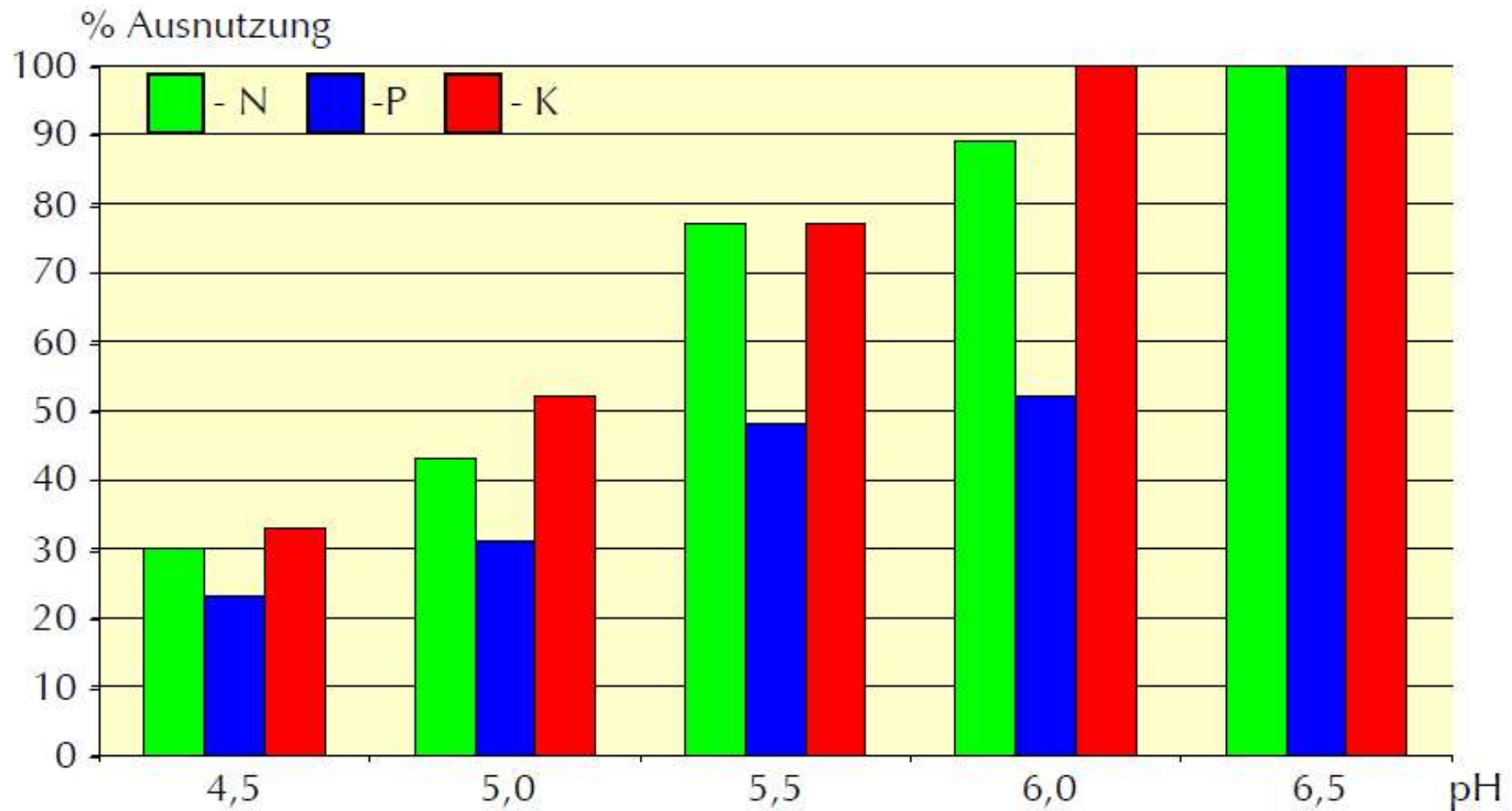
Aus: Zorn und Schröter, 2009, Vortrag Düngungstag Groitzsch

Nährstoffverfügbarkeit im Boden = f(pH)



verändert nach Finck, 1979

Nebenwirkung „verbesserte Nährstoffeffizienz“ *schematisch nach Celac, 2005*



Aus DLG-Merkblatt 353

pH-Versorgung der Böden in Bayern

Daten für 2017-2022

Fazit:

- Unter Ackernutzung sind mehr als $\frac{1}{4}$ ist unzureichend versorgt
- Mit Grünland und Hopfennutzung sieht es deutlich besser aus: u.a. weil die Ziel-pH-Werte geringer sind
- In der hohen Versorgung finden sich zu einem wesentlichen Anteil Böden, die geogen freien Kalk enthalten

Wann Kalken?

	Juli	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez	Jan	Feb	Mär	Apr	Mai	Juni
Raps	Vorsaat											
Wi-Gerste	Vorsaat			Kopfkalkung								
Roggen		Vorsaat		Kopfkalkung								
Weizen		Vorsaat		Kopfkalkung								
So-Gerste/Hafer		Stoppel	Winter						Vorsaat			
Zuckerrübe			Stoppel	Winter					Vorsaat			
Mais		Stoppel						Vorsaat				
Kö.-Leguminosen			Stoppel	Winter					Vorsaat			
Kartoffeln											Kopfkalkung	
Wiesen				in der Vegetationsruhe							nach 1. Schnitt	
Weiden	nach dem Umtrieb			in der Vegetationsruhe							Kopfkalkung	

1. Wenn der Boden trägt!

Zeitpunkte der Kalkung

Stoppel - Kalkung



hohe Tragfähigkeit der Böden: besonders bei Gesundungskalkung

Gute Einmischung größerer Kalkmengen

durch eine nachfolgende Stoppel- und Bodenbearbeitung

sichert eine schnelle und gleichmäßige Wirkung.

Zeitpunkte der Kalkung

Vorsaat-Kalkung



Kopf-Kalkung



Wann Kalken?

Vorwiegend kalkan-spruchsvoll	Vorwiegend kalkan-spruchslos
Winter- und Sommergerste	Kartoffeln
Futter- und Zuckerrüben	Winter- und Sommerroggen
Rote Rüben	Hafer
Luzerne, Rotklee	Gelbe Lupine
Espарsette, Steinklee	Serradella
Mais	Lein
Winter- und Sommer-raps	Gemüseerbsen
Senf	Gurke, Kürbis
Ackerbohne, Buschbohne	Tomate, Petersilie
Weißе Lupine	Möhren, Kohrübеn

2. Zur bedürftigsten Kultur!

Zusätzliche Literatur

DLG Merkblatt 353 **Hinweise zur Kalkdüngung**, 2012

VDLUFA Standpunkt **Bestimmung des Kalkbedarfs von Acker- und Grünlandböden**, 2000

Gelbes Heft S. 16-22

<https://www.lfl.bayern.de/publikationen/informationen/040117/index.php>

Ökonomischer Vorteil des Kalkens in Cunnerdorf:

<https://www.landwirtschaftskammer.de/landwirtschaft/ackerbau/duengung/basisinfos/kalkung/kalkung-finanziell.htm>

<https://www.wochenblatt-dlv.de/feld-stall/pflanzenbau/kalkduengung-zahlt-562170>

Notwendig des Kalkens auf Grünland:

https://www.lfl.bayern.de/mam/cms07/ipz/dateien/aggf_2015_diepolder_raschbacher.pdf

Kalken im Hopfen – Empfehlungen der IfL:

<https://www.lfl.bayern.de/mam/cms07/ipz/dateien/kalkduengung.pdf>

Gliederung

1. Einleitung

2. Rechtliche Vorgaben und Verordnungen

1. Düngegesetz, Düngemittelverordnung, Düngeverordnung,...

1. Ermittlung des Düngebedarfs als Grundlage der Düngung

2. Regeln zur Ausbringung insbes. org. Dünger

3. Nährstoffbilanzierung als Beleg für effizientes Düngen

3. Düngemittel gruppiert nach Nährstoffen (Ca/Kalk, N, P, K, S, Mg, SE)

1. Wichtige Düngemittel

2. Bedeutung der Nährstoffform

3. Wirkungen neben der direkten Nährstoffwirkung

4. Anwendung

4. Besonderheiten der Anwendung von Wirtschaftsdüngern

Kapitel 3b

N-Dünger

Fragenliste – Kapitel 3b

1. Nennen Sie Gemeinsamkeiten (Unterschiede) zwischen der biologischen und technischen N₂-Fixierung!
2. Welche für den Anwender wichtige Informationen werden in der Deklaration zu einem mineralischen N-Dünger mitgeteilt? Begründen Sie warum die Information für den Anwender wichtig ist.
3. *Warum ist die Angabe des Hüllstoffes von Bedeutung, wenn ein Düngerkorn diesen aufweist?
4. Welche N-Formen in mineralischen N-Düngern sind für die Pflanze attraktiv?
5. *Warum steht die N-Form in Wechselwirkung mit dem Düngetermin, dem Entwicklungszustand der zu düngenden Kultur und den Einsatz von Nitrifikations- und Ureasehemmstoffen?
6. WS/Übung: Welchen Prozess beschreibt die Nitrifikation (Mineralisation, Denitrifikation, Auswaschung, (NH₃)Volatisation)?
7. Nennen Sie die wichtigsten drei N-Formen in Mineraldüngern die in D eingesetzt werden?
8. Übung: Nitratverluste aus mineralischer Düngung sind regelmäßig ein Thema. Wann kommen NH₃-Verluste aus mineralischer Düngung zum Tragen und wie lassen sich diese vermindern/unterbinden? Zeigen Sie unterschiedliche Lösungsmöglichkeiten für Situationen auf, die NH₃-Verluste an sich fördern würden!
9. Übung: Zeigen Sie Lösungsmöglichkeiten auf wie potentielle Nitratverluste aus mineralischer Düngung vermindert werden können, obwohl weiterhin die gewünschte N-Menge zum bisher angedachten Termin ausgebracht werden soll.
10. Welche Entscheidungskriterien sollten bei der Überlegung der mineralischen N-Form bedacht werden, um den passenden N-Dünger auszuwählen?
11. Warum wirkt Kalkstickstoff wie ein N-Dünger mit Nitrifikationshemmstoff?
12. Nennen Sie für jede in mineralischen N-Düngern häufig vorkommende N-Form (I) einen Düngertypen indem diese allein enthalten ist und (II) einen in der diese zusammen mit einer zweiten N-Form enthalten ist (Bitte keine Produktnamen!).

N-Düngung durch biologische N₂-Fixierung

1. Vorteile:

- ✓ Bedarfsgerecht
- ✓ Besonders gut bei schlechter N-Mineralisation
- ✓ Kostengünstig, kein zusätzlicher Energiebedarf
- ✓ keine Arbeit

2. Nachteile

- ✓ Wachstum der Leguminosen ist entscheidend
- ✓ Witterung und Bodenzustand sind wichtig
- ✓ Kaum/Nicht für Nicht-Leguminosen direkt nutzbar
- ✓ **Fruchtfolgeabstände sind kritisch(!)**

3. Mengen

- ✓ Körnerleguminosen: (70)-100-200 kg N/ha
- ✓ Futterleguminosen: (150)-200-300-(400) kg N/ha
- ✓ Zwischenfrüchte: (0)-30-70 kg N/ha

N-Düngung durch Haber-Bosch

1. Vorteile:

- ✓ Gezielt einsetzbar zu **allen** Kulturen
- ✓ Vielfalt an Formen = Vielfalt an Anwendungen
- ✓ Steigert die Produktivität von Nicht-Leguminosen

2. Nachteile

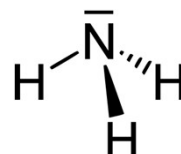
- ✓ Energiebedarf der Herstellung: 0,5-0,8 kg Öläquiv./kg N
- ✓ Kosten
- ✓ Zusätzliche Arbeitsgänge = Arbeitszeit
- ✓ **Verlustgefährdet, da Fehl-/Überdüngung möglich**

3. Mengen

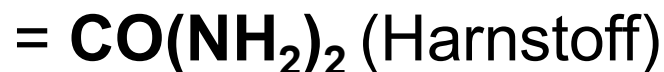
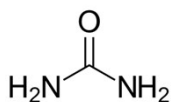
- ✓ Kultur- und standortspezifisch angepasst

Ein anderer Rückblick auf das WS: N-Bindeformen in mineralischen Düngemitteln

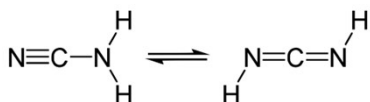
- Ammoniak



- Carb-amid



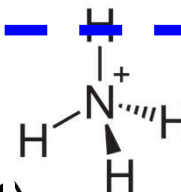
- Cyan-amid



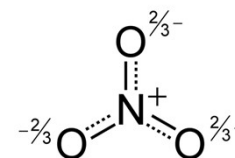
- Ammonium (Ammon)



(Schwefelsaures Ammoniak = Ammonium-sulfat)



- Nitrat (Salpeter)



(Kalinitrat, Calciumnitrat)

Strukturformeln aus Wikipedia

Aus was besteht:

Ammonsulfatsalpeter

Kalkammonsalpeter

Übersicht zu mineral. N-Düngemitteltypen nach DüMV (I)

Typenbezeichnung	Mindestgehalt	Typbest. Bestandteile (Form, Löslichkeit)
<u>Ammoniumsulfat</u>	20% N	N _t , NH ₄ -N
<u>Ammoniumnitrat</u>	20% N	N _t , NH ₄ -N, NO ₃ -N
<u>Ammoniumsulfatsalpeter</u>	24% N	N _t , NH ₄ -N, NO ₃ -N
<u>Harnstoff</u>	44% N	N _t , Carbamid-N
<u>Harnstoff – Formaldehydharnstoff</u>	38% N	N _t , Carbamid-N
<u>Ammoniak, flüssig</u>	10% N	NH ₄ -N

Übersicht zu mineral. N-Düngemitteltypen nach DüMV (II)

Typenbezeichnung	Mindestgehalt	Typbest. Bestandteile (Form, Löslichkeit)
<u>Ammoniumsulfat –Harnstoff</u>	30% N, 5 % S	N _t , Carbamid-N, NH ₄ -N, H ₂ O-lösl. S
<u>Stickstoffdünger-Lösung</u>	15% N	N _t , NH ₄ -N, NO ₃ -N, Carbamid-N

Zulässige Stickstoffformen für mineralische Mehrnährstoffdünger:

3.1 Gesamtstickstoff

3.2 Nitratstickstoff

3.3 Ammoniumstickstoff

3.4 Carbamidstickstoff

3.5 Cyanamidstickstoff

3.6 Crotonylidendiarnstoffstickstoff

3.7 Formaldehydharnstoffstickstoff

3.8 Isobutylidendiarnstoffstickstoff

3.9 Dicyandiamidstickstoff

3.10 Acetylendiharnstoffstickstoff

Übersicht zu mineral. N-Düngern aus einem Buch

Produkt	N-Gehalt (%)	N-Formen (%)			Weitere Nährstoffe
	Gesamt-N	Nitrat-N	Ammonium-N	Amid-N	
Kalksalpeter	15,5	14,5	1,1		19 % CaO
Kalinitrat	13	13			45 % K ₂ O
Kalkammonsalpeter	27	13,5	13,5		12 % CaO, teilweise bis 4 % MgO
Ammonnitrat mit Schwefel	24	12	12		6 % S
Ammonsulfatsalpeter	26	7,5	18,5		13 % S
Ammonsulfatsalpeter stabilisiert	26	7,5	18,5		DMPP Stabilisator
Schwefelsaures Ammoniak	21		21		24 % S
Ammoniumnitrat-Harnstoff-Lösung (AHL)	28	7	7	14	
Ammoniumnitrat-Harnstoff-Lösung (AHL) stabilisiert	28	7	7	14	DCD/MP Stabilisator
Ammoniumnitrat-Harnstoff-Lösung (AHL) mit Schwefel	24	5	5	11	3 % S
Harnstoff	46			46	
Ammonsulfat-Harnstoff	33		10,4	22,6	12 % S
Ammonsulfat-Harnstoff	38		6,6	31,4	7,5 % S
Kalkstickstoff	19,8	1,5			18,3 % Cyanamid-N
Harnstoff stabilisiert	47			44	3 % DCD N-Stabilisator

Aus: Knittel et al , 2012

Deklaration von mineralischen N-Düngern

Mindestangaben nach Düngemittel-VO:

1. Typenbezeichnung z.B. *Ammoniumnitrat (Spalte 1) und N-Gehalt (Spalte 2), evtl. Zusatz „flüssig“*
2. Verwendete Hauptbestandteile z.B. *„unter Verwendung von Harnstoff“*
3. Zugabe von Hüllstoffen *mit Angabe des Umhüllungsgrades*
4. Angabe vom Hemmstoffen *mit Prozessschritt und Wirkstoff*
5. Typbest. Bestandteile: *Art und Höhe der Gehalte (Spalte 3)*



ALZON[®] neo-N

Der Allwetterdünger

Harnstoff mit Nitrifikationshemmstoff
N-((3(5)-Methyl-1 H-pyrazol-1-yl)methyl)acetamid) und
Ureasehemmstoff (2-NPT) 46

46 % N Gesamtstickstoff als Carbamidstickstoff

25 kg netto

Hersteller und Inverkehrbringer

SKW Stickstoffwerke Pleßteritz GmbH
Möllensdorfer Str. 13
06886 Lutherstadt Wittenberg

Aufbereitungshilfsmittel

Unter Verwendung von Mitteln zur Konditionierung

Hinweise zur sachgerechten Lagerung

Trocken und geschützt lagern. Dünger nicht ins Abwasser oder freie Gewässer gelangen lassen.
Anbruchverpackungen dicht verschließen.

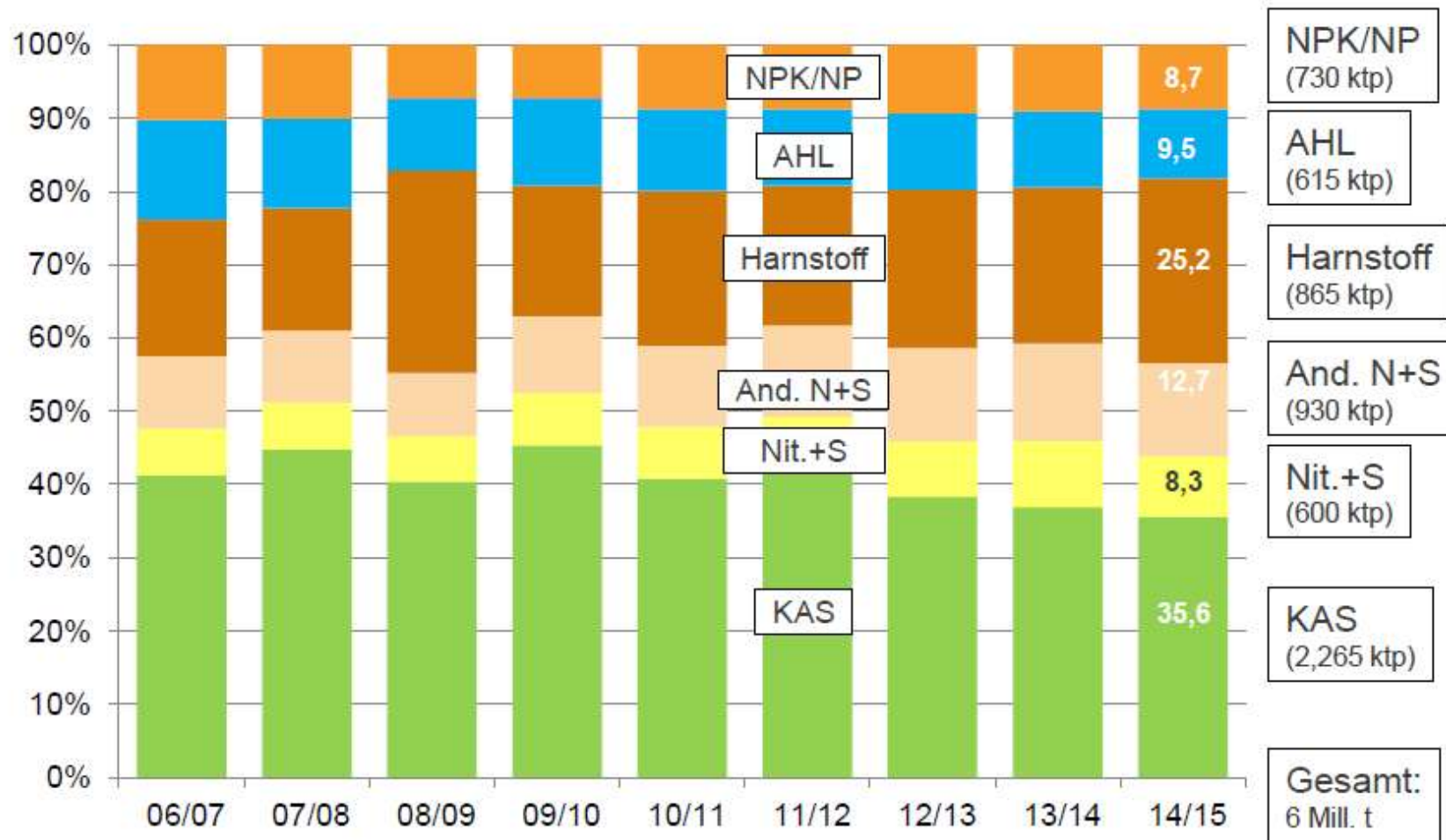
Hinweise zur sachgerechten Anwendung

Der Nitrifikationshemmstoff verzögert die Nitrifikation (Ammoniumumwandlung zu Nitrat).
Die Wirkungsdauer beträgt in Abhängigkeit von Klima, Witterung und Boden 6 - 10 Wochen.

Der Ureasehemmstoff verzögert die Harnstoffhydrolyse (Harnstoffumwandlung zu Ammonium).
Die Wirkungsdauer beträgt in Abhängigkeit von Klima, Witterung und Boden 1 - 2 Wochen.

Nähere Angaben zum Einsatz des Produktes finden Sie auf der Rückseite. Die Empfehlungen
der amtlichen Beratung haben Vorrang.

Marktanteile verschiedener Düngersorten in Deutschland

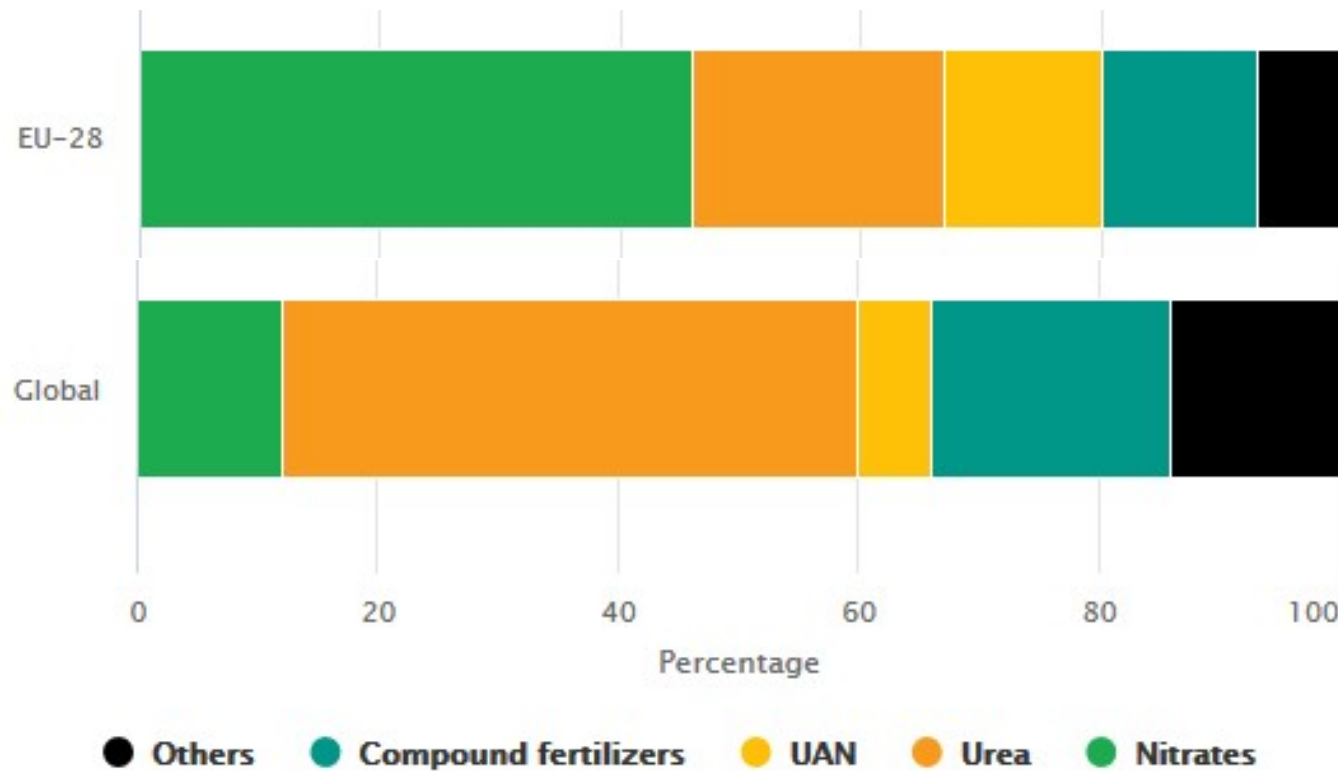


Quelle: Statistisches Bundesamt, eigene Schätzungen



Marco Fleischmann, Burg Warberg

Anteil verschiedener N-Düngerformen



EU-28 2018/2019 – 11.3 million tonnes (of nutrient)

Global 2017 – 107.7 million tonnes (of nutrient)

* includes products for agricultural and industrial use

Source: Fertilizers Europe/IFA

<https://www.fertilizerseurope.com/fertilizers-in-europe/facts-figures/>

Definition: Ein- bzw. Mehr- Nährstoffdünger

Einnährstoffdünger

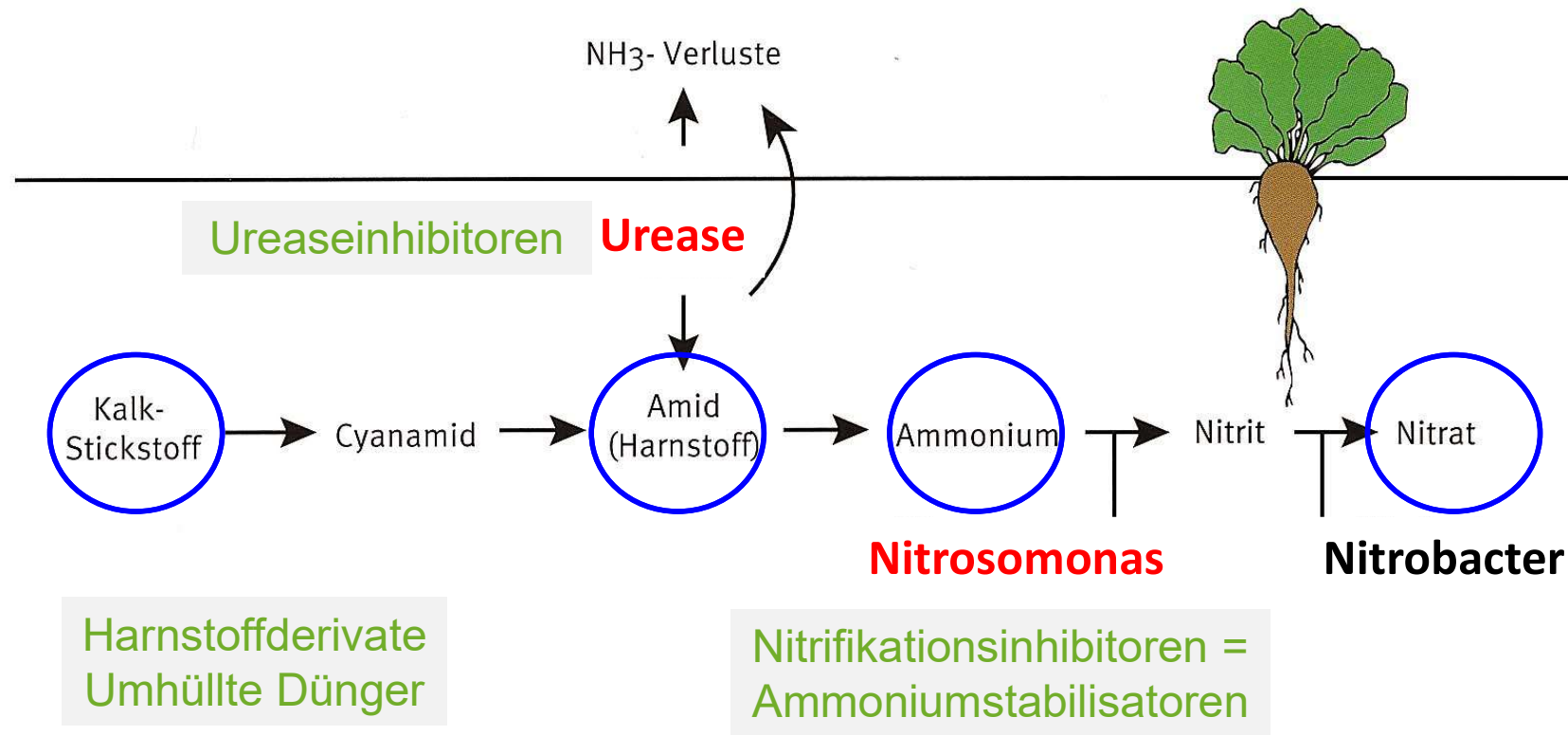
- Deklaration erfolgt aufgrund eines, (fast) allein enthaltenen Nährstoffes
- Typisch für mineralische Makronährstoffdünger
- Enthält weitere Nährstoffe in sehr geringen Mengen

Mehrnährstoffdünger

- Deklaration erfolgt aufgrund mehrerer enthaltener Nährstoffe
- Deklaration der Gehalte mineralischer in der Abfolge N-P₂O₅-K₂O + weitere: z.B. 20-20-20
- Sind alle organischen Dünger

Was passiert mit den N-Düngern im Boden?

Umwandlung der N-Mineraldüngerformen im Boden



Aus: Knittel et al., 2012

Ab-/Umbau von N-Verbindungen im Boden: Vom Kalkstickstoff zum Nitrat

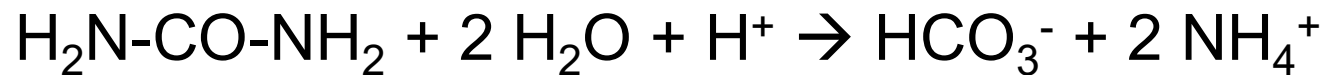
1. Hydrolyse

Lösung
↓



2. Harnstoffhydrolyse

Urease
(Bakterien)
↓



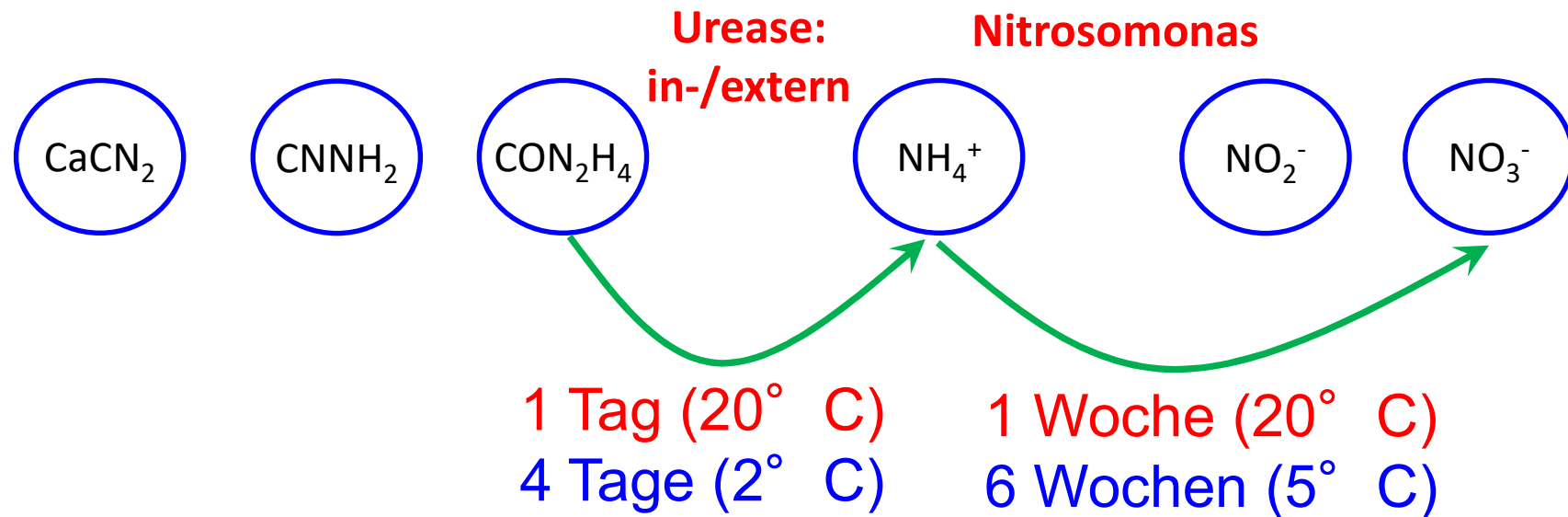
3. Nitrifikation

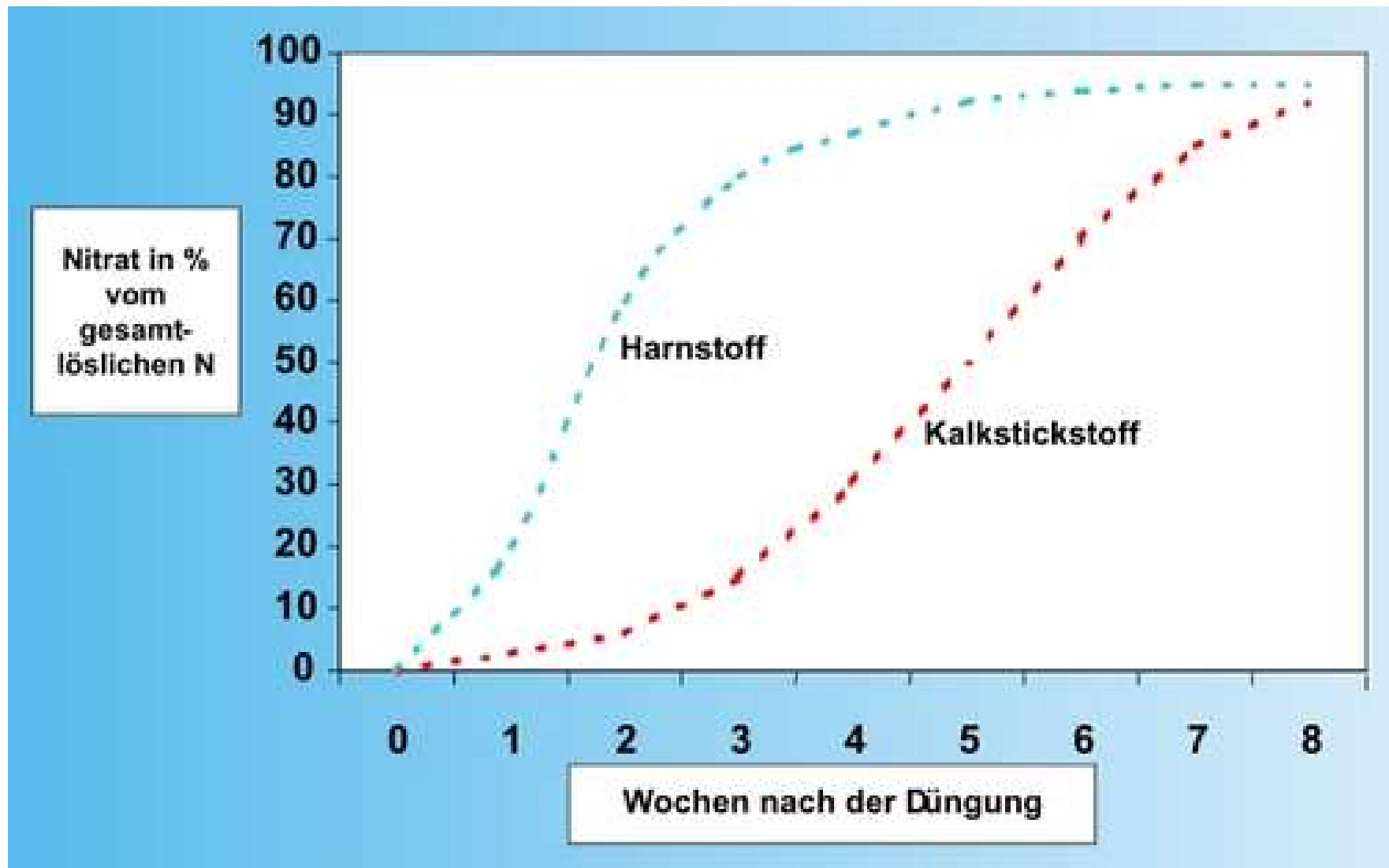
z.B.
Nitrosomonas
Nitrobacter
↓



Zeitbedarf für die Umwandlung der N-Formen

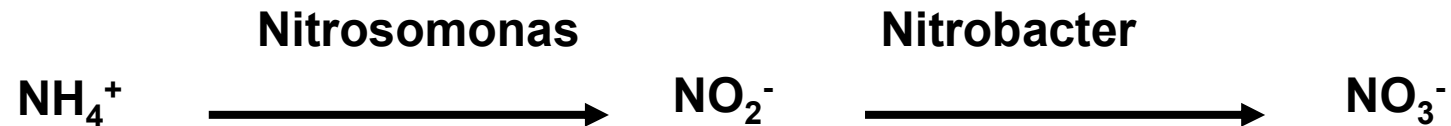
Ideale Bodenfeuchte
Mittlerer (lehmiger) Boden





<http://www.kalkstickstoff.de/de/wirkung/stickstoffwirkung>

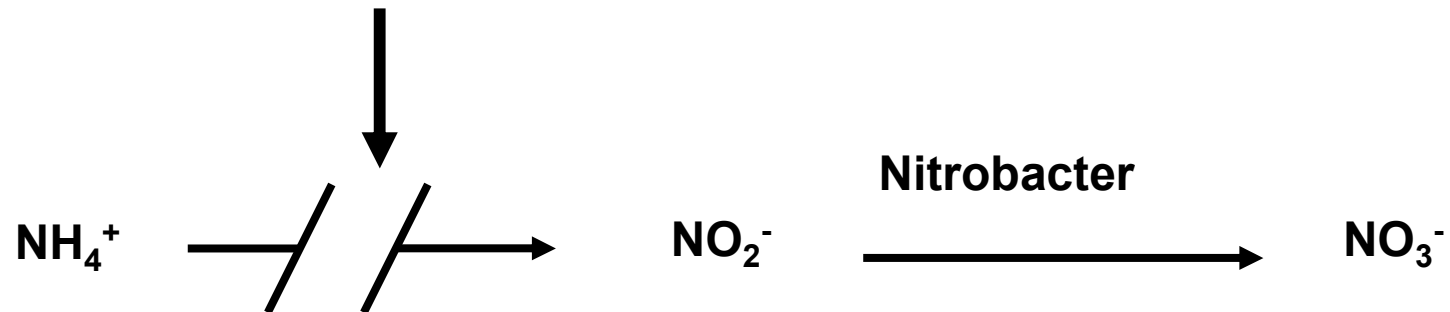
Nitrifikationsinhibitoren



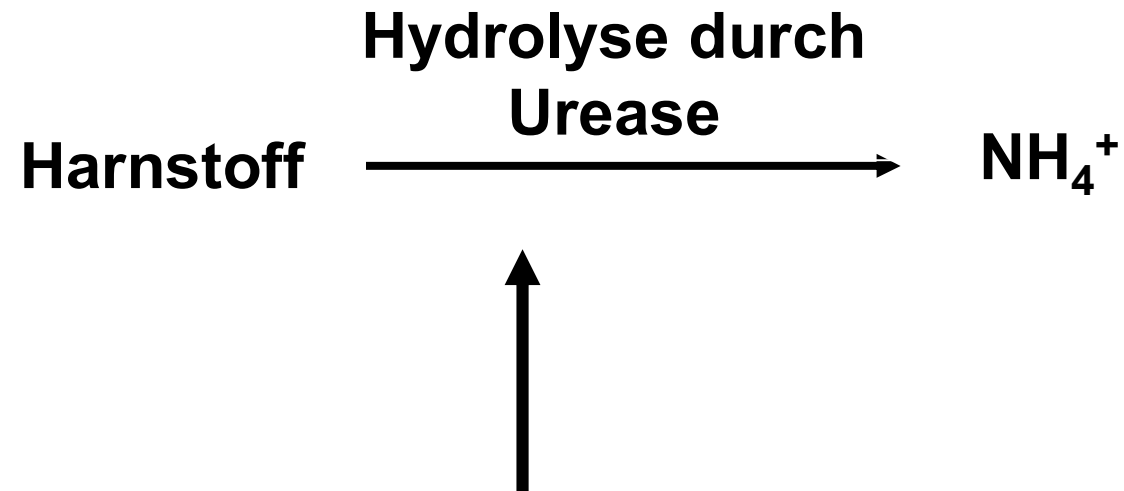
DMPP (3,4-Dimethylpyrazolphosphat): Entec[®]

DCD (Dicyandiamid)

1H-1,2,4-Triazol und 3-Methylpyrazol: Piadin[®] (zur Gülle)



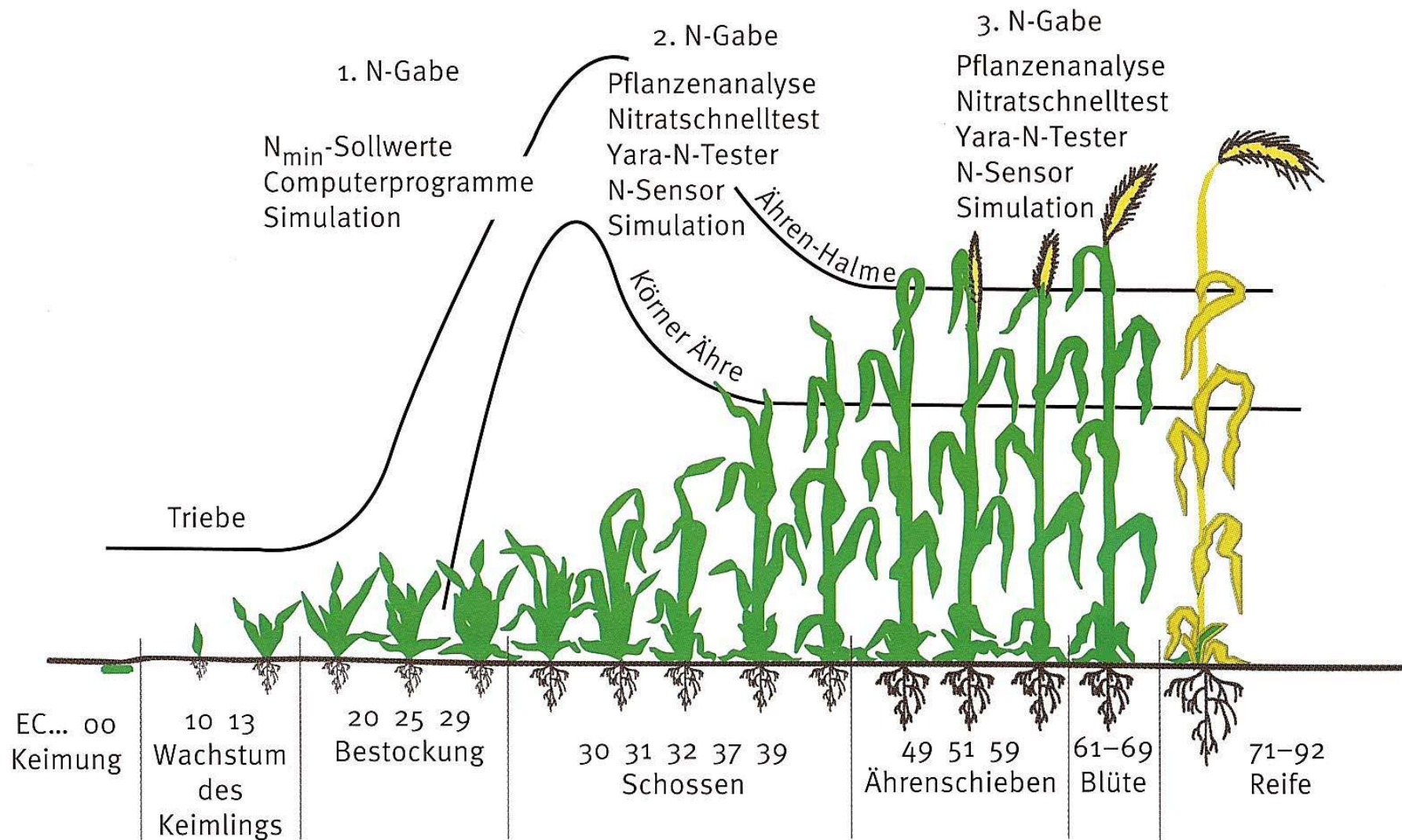
Ureaseinhibitoren



Blockieren das Enzym an der Andockstelle des Harnstoffes. Z.B.

NBPT
NPPT
2-NPT
...

Zeitgerechte Anwendung: Chance und Herausforderung



Es gibt verschiedene Methoden zur Ermittlung des N-Bedarfes von Getreide

Aus: Knittel et al., 2012

Entscheidungskriterien für die Wahl des N-Düngers

1. Kulturen und Qualitätsziel – Düngergabenteilung
2. Einsatz organischer Dünger: aktuell und langfristig
3. Standort:
 1. Niederschlagsverteilung
 2. Durchlässigkeit
 3. Staunässe
4. Ausbringtechnik
5. Arbeitsspitzen
6. Kosten pro kg N (Reinnährstoff), Ausbringkosten

Warum doch?

- Versuche folgen für den Vergleich festen Schemata
- Potenzial besteht in D in der standort- und situationsangepassten Anwendung

Aber: langjährige Vergleichsversuche zeigen in D keine bedeutenden/relevanten Unterschiede zwischen N-Düngeformen auf